

Prenzel, Manfred

## **Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts: Ein Modellversuchsprogramm von Bund und Ländern**

*Unterrichtswissenschaft 28 (2000) 2, S. 103-126*



Quellenangabe/ Reference:

Prenzel, Manfred: Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts: Ein Modellversuchsprogramm von Bund und Ländern - In: Unterrichtswissenschaft 28 (2000) 2, S. 103-126 - URN: urn:nbn:de:0111-opus-54663 - DOI: 10.25656/01:5466

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-54663>

<https://doi.org/10.25656/01:5466>

in Kooperation mit / in cooperation with:

# **BELTZ JUVENTA**

<http://www.juventa.de>

### **Nutzungsbedingungen**

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, veröffentlichen oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

### **Terms of use**

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

### **Kontakt / Contact:**

peDOCS  
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Digitalisiert

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft

---

# Unterrichtswissenschaft

Zeitschrift für Lernforschung  
28. Jahrgang / 2000 / Heft 2

---

## Thema: Innovation durch Modellversuchs- programme

Verantwortliche Herausgeber:  
Frank Achtenhagen, Manfred Prenzel

Manfred Prenzel, Frank Achtenhagen:  
Innovation durch Modellversuchsprogramme –  
Einführung in das Themenheft 98

Manfred Prenzel:  
Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen  
Unterrichts: Ein Modellversuchsprogramm von Bund und Ländern 103

Cornelia Gräsel, Heinz Mandl, Peter Manhart, Katja Kruppa:  
Das BLK-Programm „Systematische Einbeziehung von Medien,  
Informations- und Kommunikationstechnologien in Lehr- und  
Lernprozesse“ 127

Wolfgang Lempert, Frank Achtenhagen:  
Entwicklung eines Programmkonzepts „Lebenslanges Lernen“ 144

## Allgemeiner Teil

Claudia de Witt:  
Neue Medien und die veränderte Organisation des Lehrens  
und Lernens 160

Konstantinos G. Bikos:  
Einstellungen griechischer Lehramtsstudenten/innen gegenüber  
der Einführung von Computern in die Allgemeinbildung 175

---

Manfred Prenzel

## **Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts: Ein Modellversuchsprogramm von Bund und Ländern**

Increasing the Efficiency of Mathematics and Science  
Education: A Nationwide Quality Development Program

---

*Anlaß für die Einrichtung des Modellversuchsprogramms sind Probleme und Schwächen des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts in Deutschland, die vor allem in der TIMS-Studie sichtbar wurden. Im Rahmen des Modellversuchsprogramms werden elf sogenannte Module bearbeitet, die auf typische Probleme des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts bezogen sind. Diese Probleme betreffen etwa die Art der Aufgabenstellungen, das Berücksichtigen des Vorwissens, das Umgehen mit Fehlern, die Abstimmung des Lehrstoffs über die Schulzeit und über die Fächer. Das Programm zielt zugleich auf die Einrichtung von Verfahren der Qualitätssicherung in den Fachgruppen und an den in Netzwerken kooperierenden Schulen. Die bundesweit 180 Schulen, die am Programm teilnehmen, erhalten von Seiten des Programmträgers wissenschaftlich fundierte Anregungen, Beratungen und Unterstützungen. Der Beitrag beschreibt die Ausgangslage, die Grundkonzeption, die inhaltlichen Schwerpunkte und die Organisationsstruktur des Programms. Er stellt die verschiedenen Fragestellungen der Begleitforschung vor, die unter anderem die Akzeptanz des Programms, die Wirksamkeit und Probleme der Implementation betreffen. Der Beitrag schließt mit einem Bericht über erste Erfahrungen und Ergebnisse.*

*The problems and the weaknesses in mathematics and science education made transparent by the TIMS study are the reason for initiating the pilot program. Eleven so-called modules which refer to typical problems in mathematics and science lessons are being developed within the framework of the pilot program. These modules are connected with the way problems are presented, with handling pre-knowledge, with how to treat mistakes, with relating the subject matter to schooling and the other subjects. The program also aims at developing procedures to insure quality in the subject groups and in the schools cooperating in the network. The 180 schools nationwide participating in the program are receiving scientifically based suggestions, advice and support from the program initiators. The article describes the basic situation, the fundamental concept, the contextual focal points and the organizational structure of the program. It presents the different questions from the accompanying research including how the program is being received, its effectiveness and the problems arising through implementation. The article concludes with a report about preliminary experiences and results.*

Die Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung hat im Dezember 1997 entschieden, ein Modellversuchsprogramm zur

Verbesserung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts aufzulegen. Die Arbeit an den Schulen begann im darauf folgenden Herbst. Der vorliegende Beitrag berichtet über die Anlässe und Gründe, dieses Programm zu starten, und beschreibt dann die Konzeption, die inhaltlichen Ansatzpunkte und die Organisation. Den Forschungsfragen, die im Rahmen des Programms untersucht werden, ist ein eigener Abschnitt gewidmet. Der Bericht schließt mit einem Überblick über den aktuellen Stand des Programms.

## **1. Anlaß und Begründung des Modellversuchsprogramms**

Vor der Veröffentlichung von Ergebnissen der „Third International Mathematics and Science Study“ (TIMSS) hätte nur ein sehr kleiner Kreis fachkundiger Personen in Deutschland auf Maßnahmen zur Verbesserung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts gedrungen. Die verbreitete Überzeugung von den besonderen mathematisch-naturwissenschaftlichen Stärken der ohnehin guten deutschen Schulen konnte sich halten, weil Deutschland über mehrere Jahrzehnte auf eine Teilnahme an internationalen Schulleistungsvergleichen verzichtet hatte. So weckte vor allem ein pauschaler Befund der internationalen Studie (Beaton et al., 1996a; b; Mullis et al., 1998) die öffentliche Aufmerksamkeit, nämlich der deutsche Rangplatz beim Nationenvergleich, im Mittelfeld und in deutlichen Abständen hinter anderen Ländern.

Die entscheidenden Impulse für die Einrichtung eines Modellversuchsprogramms lieferten jedoch die detaillierten Befunde, die von der Arbeitsgruppe um J. Baumert vorgelegt wurden (Baumert et al., 1997; Baumert, Bos & Watermann, 1998; Baumert, in Druck): Die relativen Stärken der deutschen Schülerinnen und Schüler zeigen sich bei einfachen Routineaufgaben. Sie scheitern an anspruchsvolleren Problemen und an komplexeren Aufgaben, die konzeptuelles Verständnis voraussetzen oder eine flexible Anwendung des Wissens verlangen. Erhebliche Schwierigkeiten werden beim mathematischen und naturwissenschaftlichen Denken und Argumentieren sichtbar. In den internationalen Spitzengruppen sind die deutschen Schülerinnen und Schüler unterrepräsentiert. Wie die differenzierten Analysen von Kompetenzniveaus und Leistungsverteilungen zeigen, werden beträchtliche Anteile der deutschen Stichproben nicht den Grundanforderungen gerecht, die im Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht angestrebt werden. Dies gilt für die Sekundarstufen I und II und über alle Schulformen hinweg. Auch die Leistungszuwächse über die Schuljahre fallen in Deutschland unterdurchschnittlich aus. So wird über eine im internationalen Vergleich relativ lange Schulzeit relativ wenig gelernt. TIMSS bekräftigt weiterhin Befunde aus umfangreichen Quer- und Längsschnittstudien zur Interessenentwicklung (Häußler, 1987; Hoffmann, Häußler & Lehrke, 1998). Über die Schulzeit nimmt das Interesse an Mathematik, Physik und Chemie ab; die Abwendung von diesen Fächern zeigt sich entsprechend bei der Wahl von Kursen auf der gymnasialen Oberstufe, von Studiengängen und Ausbildungsberufen. Die Abwendung von Mathematik, Physik und Chemie ist besonders ausgeprägt

bei den Mädchen; ihre Leistungen liegen in Mathematik und Physik im Durchschnitt unter denen der Jungen.

Betrachtet man diese Befunde, dann wird klar, daß TIMSS nicht nur vordergründige Unterschiede in Testleistungen erfaßt hat. Wie die differenzierten Analysen belegen, werden die deutschen Schulen Bildungszielen des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts nur unzureichend gerecht, die national wie international als bedeutsam gelten (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 1989, 1991, 1995; Freudenthal, 1991; American Association for the Advancement of Science (AAAS), 1993; National Research Council (NRC), 1995; Gräber & Bolte, 1997; Riquarts & Wade-witz, 1999). Mathematisch-naturwissenschaftliche Bildung ist für das Welt- und Selbstverständnis unverzichtbar und gewinnt herausragende Bedeutung in einer Gesellschaft, Wirtschaft und Kultur, die von Technik auf der Grundlage mathematisch-naturwissenschaftlichen Wissens mit einem hohen Innovationstempo geprägt ist. Ob heute und in Zukunft Anforderungen bewältigt und Probleme verantwortungsvoll gelöst werden können, hängt entscheidend von der Qualität mathematisch-naturwissenschaftlicher Bildung ab. Dies gilt für eine mathematisch-naturwissenschaftliche Grundbildung für alle und für die Rekrutierung und Qualifizierung eines mathematisch-naturwissenschaftlich gebildeten Nachwuchses für die Wissenschaft und technische Berufsfelder (Prenzel, 1998).

Vor diesem pädagogischen und gesellschaftlichen Hintergrund wirkten die TIMSS-Befunde alarmierend. Sie veranlaßten die Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung, Sofortmaßnahmen zu ergreifen. In einem bundesweiten Modellversuchsprogramm sollen Maßnahmen erprobt werden, die nach dem vorhandenen Erkenntnisstand zu einer möglichst breit wirksamen Verbesserung der Qualität des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts und der mathematisch-naturwissenschaftlichen Bildung beitragen. Zur Vorbereitung des Modellversuchsprogramms wurde ein Gutachten in Auftrag gegeben. Unter Federführung von Prof. Dr. Jürgen Baumert erarbeitete eine Expertengruppe die Grundkonzeption für das Modellversuchsprogramm zur „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“ (Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung, 1997).

## **2. Problembereiche des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts**

In der Expertise (Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung, 1997) werden Problemzonen des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts in Deutschland herausgearbeitet. Grundlage dafür sind nicht nur die Daten der TIMS-Studie. Wichtige Hinweise auf Bedingungen liefern die Ergebnisse aus ergänzenden Studien (Baumert & Köller, 1998; Moser et al., 1997; Ramseier, 1999) und aus den detaillierten Unterrichtsanalysen im Rahmen von TIMSS-Video, einem Vergleich von Mathe-

matikstunden in Deutschland, Japan und den USA (Stigler et al., 1996; Baumert et al., 1997; Stigler & Hiebert, 1997). Als Wissensbasis dient freilich der einschlägige Forschungsstand zu Bedingungsfaktoren der Schulleistung (Wang, Haertel & Walberg, 1993; Helmke & Weinert, 1997), zur Unterrichtsqualität (Einsiedler, 1997) und Lehrerkompetenz (Bromme, 1997) und zum Lehren und Lernen im mathematischen bzw. naturwissenschaftlichen Unterricht (Riquarts, 1990 - 1994; DeCorte, Greer & Verschaffel, 1996; Linn, Songer & Eylon, 1996; Duit & Häußler, 1997; Stern, 1997).

Bei Berücksichtigung des derzeitigen Erkenntnisstandes sind die Ursachen für die erkennbaren Schwächen deutscher Schülerinnen und Schüler nicht nur in der Unterrichtsgestaltung zu suchen:

- So wirkt die eher geringe Wertschätzung, die der Mathematik, den Naturwissenschaften und den entsprechenden Schulfächern in der Öffentlichkeit und in den Elternhäusern entgegengebracht wird, gegen ein verstärktes Engagement und Interesse. Die relativ häufig anzutreffende vereinfachende Erklärung von Lernerfolg und Versagen in diesen Fächern durch Begabung läßt Anstrengung als wenig aussichtsreich erscheinen.
- Die Lehrpläne für Mathematik und Naturwissenschaft sehen relativ abgeschlossene Unterrichtseinheiten vor, die kaum aufeinander aufbauen, Wissen nicht sukzessiv ausdifferenzieren und wiederholend aufgreifen. Die Lehrstoffe sind wenig kumulativ angeordnet und über die Schuljahre unzureichend vernetzt; sie vermitteln damit einen inkohärenten Eindruck von den Fächern und dem dort aufzubauenden Wissen und Können. Die inhaltliche Abstimmung zwischen den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern ist trotz gegebener thematischer Überschneidungen relativ gering.
- Die Aus-, Weiter- und Fortbildung der Lehrkräfte trägt den pädagogischen und didaktischen Anforderungen nicht angemessen Rechnung. Für die Professionalisierung wichtige Prozesse, etwa die Kooperation zwischen Lehrkräften und die kriterienorientierte Reflexion von Unterricht, sind in Deutschland noch kaum entwickelt und werden noch unzureichend unterstützt (Terhart, 2000).

Die außerunterrichtlichen Problembereiche bieten jedoch kaum Ansatzpunkte für schnell greifende Maßnahmen. In den Blickpunkt rückt damit vor allem die Gestaltung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts.

Der naturwissenschaftliche Unterricht auf den Sekundarstufen ist fachlich meist solide. Die Probleme liegen vorwiegend im didaktischen und pädagogischen Bereich.

Der Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht an deutschen Schulen läßt sich als „fragend-entwickelnder Unterricht“ kennzeichnen (Baumert, et al., 1997; Reusser, Pauli & Zollinger, 1998). Diese vorherrschende Unterrichtsform beruht auf einem Wechselgespräch zwischen der Lehrkraft und

der Klasse, das von der Lehrkraft auf ein bestimmtes Ziel hin gesteuert und eingeeignet wird. Diese Unterrichtsform ist kognitiv anspruchsvoll, aber störungsempfindlich. Für die Lehrkraft kommt es darauf an, über die Beiträge der Schülerinnen und Schüler zum Stundenziel zu gelangen, und das bedeutet, einen einzigen Lösungsweg zu erarbeiten. Nur die weiterführenden Aussagen werden aufgegriffen, die anderen ignoriert.

Der fragend-entwickelnde Unterricht vermischt damit Lern- und Leistungssituationen (Weinert, 1998). Eigentlich sollen sich die Schülerinnen und Schüler um die Lösung von Problemen bemühen, Zusammenhänge herstellen und überdenken, Analogien nutzen, Vermutungen äußern; aber ihre Äußerungen sollen möglichst passend und zutreffend sein und sie werden bereits durch das Aufgreifen bewertet, besonders aber durch Kommentierungen. Die Erarbeitungsphase ist damit keine Lernphase, bei der es selbstverständlich oder gar notwendig ist, daß Falsches gesagt oder gedacht wird (Oser, 1994), sondern eine Leistungssituation, bei der man lieber keine Fehler machen sollte.

Ein weiteres Problem dieser Unterrichtsform besteht darin, daß wenig Raum bleibt, um auf Alltagskonzepte und Fehlvorstellungen einzugehen, das Richtige beim teilweise Verstandenen zu betonen, über Fehlvorstellungen aufzuklären, also das Verständnis weiterzuentwickeln (Wiesner, 1995; Treagust, Duit & Fraser, 1996).

Ein wesentlicher Bestandteil des Unterrichts sind Aufgaben- und Problemstellungen, etwa zum Erarbeiten von Stoff, zum Üben, zum Teil aber auch beim naturwissenschaftlichen Arbeiten. Die Aufgaben, die im deutschen Mathematik- und Naturwissenschafts-Unterricht gegeben werden, sind selten „echte“ Probleme (Schoenfeld, 1991; 1992) und oft wenig anwendungsorientiert, das heißt auf Situationen bezogen, die aus Schülersicht bedeutsam sind oder werden (Reusser & Stebler, 1997). Die Aufgaben sind meist durch ein Anwenden von Algorithmen oder Routinen zu lösen; das Verständnis wird nicht systematisch angeregt und gefördert (Renkl & Stern, 1994; Renkl, 1997). Aufgaben oder Problemstellungen, die auf unterschiedliche Weise, vielleicht sogar auf unterschiedlichen Niveaus, mehr oder weniger elegant gelöst werden können, sind die große Ausnahme. Ebenso bleiben die Möglichkeit, über Aufgaben systematisch früheren Stoff zu aktivieren und zu üben, weitgehend ungenutzt. Auch das naturwissenschaftliche Arbeiten und Argumentieren erfolgt oft zuwenig theorie- und problemorientiert, um die angestrebte Kompetenz zu erreichen (Lunetta, 1998).

Ein weiteres grundlegendes Problem besteht darin, daß die Behandlung und Erarbeitung der mathematischen und naturwissenschaftlichen Inhalte im Jahresverlauf vorwiegend additiv, und nicht kumulativ ist (Aebli, 1991; Baumert, Bos & Watermann, 1998). Damit werden mathematisch-naturwissenschaftliche Konzepte aneinander gehängt, aber nicht Stück um Stück ausdifferenziert und miteinander integriert. Dies führt zu einer insgesamt wenig vernetzten Wissensbasis. Vor allem aber haben die Schülerinnen und Schüler kaum Gelegenheit, Fortschritte in ihrer Kompetenzentwicklung zu

erfahren bzw. zu spüren, die für die Lernmotivation notwendig sind (Prenzel, 1997).

Bei der Interpretation der Probleme des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts hat sich das Skriptkonzept als theoretisch weiterführend erwiesen. Die beobachtbaren Unterrichtsmuster (z.B. fragend-entwickelndes Erarbeiten) folgen einer Choreographie (Oser & Patry, 1990) oder einem Drehbuch (Lambiotte et al., 1987). Dieses Skript steuert die Aktivitäten von Lehrkräften und Schülern, das beobachtbare Unterrichtsverhalten und die intern ablaufenden Lernprozesse. International vergleichende Studien wie TIMSS liefern überzeugende Hinweise darauf, daß Vorstellungen von Lernen und Unterrichtsskripts innerhalb einer Kultur entwickelt und geteilt werden (Baumert, 1997; Stigler & Hiebert 1997; Reusser, Pauli & Zollinger, 1998). Die relativ homogenen, kulturspezifischen Skripts schaffen einen Bezugsrahmen, in dem sich Lehrkräfte und Schüler selbstverständlich bewegen. Unterricht als eingespielter Interaktionszusammenhang läßt sich deshalb nicht ohne weiteres umgestalten. Es müssen gewissermaßen Drehbücher auf der Lehrer- und Schülerseite (auch bei Eltern) umgeschrieben, neu abgestimmt und eingespielt werden. Die Weiterentwicklung von Unterricht ist damit ein langwieriges Unternehmen, das von eingeschliffenen Unterrichtsroutinen ausgehen und diese Stück um Stück, bei den Lehrkräften wie auch Schülern, modifizieren oder ersetzen muß. Diese theoretische Sicht bestimmt die Grundzüge des Modellversuchsprogramms.

### **3. Leitlinien des Modellversuchsprogramms**

Die von der Expertengruppe vorgelegte Programmkonzeption (Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung, 1997) zielt auf eine Bearbeitung der Problembereiche des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts mit wissenschaftlicher Begleitung und Unterstützung. In Hinblick auf die allgemeinbildende Funktion des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts wird ein sicher beherrschtes, flexibel anwendbares Grundwissen angestrebt, ein geistig durchdrungenes, vielseitig vernetztes und anschlußfähiges Orientierungswissen, ein Bewußtsein von der Bedeutung von Mathematik und Naturwissenschaften für das Begreifen der Welt und für die eigene Beteiligung am gesellschaftlichen Leben sowie die Bereitschaft, Entwicklungen in diesen Gebieten weiter zu verfolgen bzw. weiter zu lernen.

Auf der Ebene der Schule sollen Prozesse der Qualitätssicherung und Qualitätsentwicklung in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer in Gang gesetzt und mit dem Ziel gestützt werden, diesen eine eigene Dynamik zu geben, die über den Modellversuch hinaus trägt. Diese Konzeption greift die Erkenntnis der Implementationsforschung auf (Brown, 1997; Knapp, 1997; Stake et al., 1997), daß in professionellen Handlungszusammenhängen sich Veränderungen nur dann entwickeln und Bestand haben, wenn diese von den Lehrkräften subjektiv angenommen und erfolgreich in veränderte



Handlungsroutinen eingebaut werden können (Wahl, 1991; Brockmeyer & Edelstein, 1997). Es wird eine „evolutionäre“ Veränderung angestrebt, die am jeweiligen Klassenunterricht ansetzt und die kooperativ entwickelt wird. Dabei knüpft das Programm an den Stärken des mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereichs an, die in der fachlichen Gediegenheit des Unterrichts, der fachlichen Qualifikation und der Unterrichtserfahrung der Lehrkräfte liegen.

Inhaltlich wird die Qualitätsentwicklung durch 11 sogenannte Module bestimmt, die sich auf essentielle Problembereiche des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts richten (vgl. Abschnitt 4). Es handelt sich um „Bausteine“, an denen man gezielt ansetzen und in absehbarer Zeit Verbesserungen erreichen kann, ohne gleich den gesamten Unterrichtsansatz zu verändern. Aber die Bearbeitung eines Moduls wirkt sich auf die Unterrichtskonzeption aus. Man kann die Module kombinieren und Stück um Stück umfangreichere Veränderungen vornehmen.

Das Programm konzentriert sich auf den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht auf der Sekundarstufe I. Es sollen alle Schulformen einbezogen werden.

Ein Grundprinzip des Programms ist die Zusammenarbeit der Lehrkräfte an den einzelnen Schulen (Terhart, 1987; Terhart et al., 1994). Die Schulen wiederum sind in kleinen lokalen Netzwerken von jeweils sechs Schulen (ein Schulset) organisiert, die eng kooperieren (vgl. Abschnitt 5). In diesen Schulsets werden die Module ausgewählt, die den Fachgruppen als vordringlich für eine Bearbeitung erscheinen. Die Arbeitsergebnisse werden zunächst innerhalb der Schulsets ausgetauscht und erprobt, und dann dem gesamten Netzwerk zur Verfügung gestellt. Wesentliche Bestandteile der Qualitätssicherung werden damit die (kollegiale) Evaluation und die Dokumentation der Entwicklungen an den Schulen.

Die Arbeit der Schulen wird möglichst maßgeschneidert - lokal, regional oder überregional - koordiniert und unterstützt. Bei der regionalen Unterstützung wirken die Schulaufsicht, die Landesinstitute und Fortbildungseinrichtungen der Länder zusammen. Ein zentraler Programmträger übernimmt die Aufgaben der fachlichen Koordination, der wissenschaftlichen Beratung, der Ergebnissicherung und der zentralen Organisation des Austausches zwischen den Schulen. Das Programm setzt also auf einen langfristigen, kontinuierlichen und letztlich professionellen Prozeß der Optimierung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts, unter Anregung und Stützung von wissenschaftlicher Seite auf dem aktuellen Stand von Lehr-Lern-Forschung und Fachdidaktik.

#### **4. Zentrale Ansatzpunkte: Module**

Die inhaltlichen Schwerpunkte, die im Rahmen der Qualitätsentwicklung bearbeitet werden sollen, sind in 11 Modulen beschrieben. Die im Gutachten

der Expertengruppe nur knapp umrissenen, vom Programmträger dann inhaltlich spezifizierten Module stehen in einem abgestimmten Gesamtzusammenhang. Sie sind im Kontext von Zielen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundbildung und von wissenschaftlich fundierten Prinzipien des Lehrens und Lernens zu interpretieren und zu konkretisieren. Dabei können und sollen die Schulen Besonderheiten ihrer lokalen und regionalen Bedingungen berücksichtigen, das heißt die Bearbeitung der Module auf eingetragte Zielsetzungen zuschneiden. Die elf Module werden im folgenden kurz vorgestellt.

Das Modul (1) „*Weiterentwicklung einer Aufgabenkultur*“ zielt darauf ab, die im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht verwendeten Aufgaben und Problemstellungen unter didaktischen Funktionen zu überprüfen und zu verbessern. Theoretischer Hintergrund sind z.B. die Forschungen zu lern- und verständnisfördernden Aufgabenstellungen (Lampert, 1990; Renkl & Stern, 1994; Renkl, 1997; Reusser & Stebler, 1997). Es gilt hier z.B. Aufgaben mit einem stärkeren Anwendungsbezug zu entwickeln; Aufgaben, die mehrere Lösungswege zulassen oder Aufgaben, die systematisch früheren Stoff aufgreifen und wiederholen (Baptist, 1997).

Das Modul (2) „*Naturwissenschaftliches Arbeiten*“ regt dazu an, das theoriegeleitete, fragestellungsbezogene, reflektierte Arbeiten und Experimentieren zu verstärken. Es soll in naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen eingeführt und zu einer eigenen, durchdachten Planung und Begründung, Durchführung, Auswertung und Interpretation von Versuchen angeregt werden (Labudde, 1996; Lunetta, 1998).

Das Modul (3) „*Aus Fehlern lernen*“ fordert dazu auf, systematisch zwischen Lern- und Leistungssituationen zu trennen. Für das Lernen sind Fehler konstitutiv (Oser, 1994; Oser, Hascher & Spychiger, 1999). Verständnisfehler oder inadäquate Alltagsvorstellungen sind Lerngelegenheiten, die genutzt werden können und müssen. Voraussetzung dafür ist aber ein pädagogisch weiterführender Umgang mit Fehlern auf der Basis einer differenzierten Wahrnehmung und Interpretation von Schülervorstellungen (Baruk, 1989; Pfundt & Duit, 1999; Weinert, 1999).

Beim Modul (4) „*Sicherung von Basiswissen*“ geht es darum, die Anwendung von Grundfertigkeiten unter verschiedenen Bedingungen zu sichern. Dies bedeutet nicht, daß eine Automatisierung ohne Verständnis gefördert werden sollte (Harlen, 1999). Da die Schülerinnen und Schüler innerhalb einer Klasse zu einem Verständnis auf unterschiedlichen Ebenen gelangen können, besteht ein entscheidendes Problem darin, für anstehende mathematisch-naturwissenschaftliche Inhalte unterschiedliche Niveaus des Verstehens zu differenzieren, die je nach Vorwissen erreicht werden können (Pravat, 1989; Reusser & Reusser-Weyeneth, 1994).

Das Modul (5) „*Zuwachs von Kompetenz erfahrbar machen*“ betont das *kumulative Lernen* und dessen Voraussetzung, nämlich eine kohärente Sequenzierung von Lehrstoff. Der mathematisch-naturwissenschaftliche Unter-

richt gewinnt Kohärenz durch vertikale Verknüpfungen, die zwischen früheren, aktuellen oder auch zukünftigen Lerninhalten hergestellt werden (Messner, 1978; Baptist, 1997; Jost, 1999). So kann konzeptuelles Wissen ausdifferenziert und das Verständnis auf qualitativ höhere Niveaus entwickelt werden (Baumert, 1998). Kohärente und kumulativ aufbauende Lehrstoffe sind aber auch erforderlich, um beim Lernen sukzessive Fortschritte in der Kompetenzentwicklung spüren zu können (Prenzel, 1997).

Das Modul (6) „*Fächergrenzen erfahrbar machen*“ thematisiert das fachübergreifende und das fächerverbindende Arbeiten. Horizontale Verknüpfungen zwischen den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern erschließen bedeutungsvolle Anwendungsmöglichkeiten für das zu lernende Wissen (Baumert, 1998). Für ein tieferes Verständnis ist es wichtig, Phänomene aus verschiedenen disziplinären Perspektiven zu betrachten, sich Nutzen und Grenzen der Perspektiven bewußt zu machen und verschiedene Sichtweisen beim Lösen von Problemen anzulegen und abzustimmen (De-Corte, Greer & Verschaffel, 1996; Euler, 1998; Häußler et al., 1998; Ruf & Gallin 1998).

Modul (7) „*Förderung von Mädchen und Jungen*“ spricht die feststellbaren Interessendifferenzen und Leistungsunterschiede zwischen den Geschlechtern an. Bedingungen dieser Differenzen sind relativ gut untersucht und zeigen, daß einfache Maßnahmen (z. B. die bloße Aufhebung koedukativen Unterrichts) nicht ausreichen, um die Unterschiede zu verringern (Häußler & Hoffmann, 1995). Es muß vielmehr an verschiedenen Punkten angesetzt werden, z.B. auch an den Anwendungskontexten und Fragestellungen oder an der Interaktion im Unterricht (Hoffmann, Häußler & Peters-Haft, 1997; Hannover, 1998; Labudde, 1999).

Ein didaktisch gut vorbereitetes *Kooperieren der Schülerinnen und Schüler*, auf das Modul 8 abzielt, ermöglicht nicht nur soziales, sondern vertieftes kognitives Lernen (Huber, 1993). Kooperative Arbeitsformen veranlassen dazu, Gedachtes sprachlich verständlich zu fassen, zu argumentieren, andere Perspektiven einzunehmen und mit diskrepanten Ansichten und Urteilen umzugehen (Slavin, 1990). Die Aufgabenstellungen müssen so angelegt sein, daß Kooperation sinnvoll und lernwirksam wird. Die inhaltlichen Besonderheiten des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts erfordern fachspezifische Skripts für soziale Arbeitsformen (Linn, Songer & Eylon, 1996; Renkl, 1997; Huber, 1999).

Das Modul (9) „*Verantwortung für das eigene Lernen stärken*“ rückt die Selbststeuerung des Lernens und motivationale Bedingungen in den Blick. Die Bereitschaft und die Fähigkeit, selbstverantwortlich und selbstreguliert zu lernen und dabei wirksame Strategien zu verwenden, müssen im Fachkontext entwickelt werden (Baumert, 1993; Wild, 1996). Der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht kann zur Entwicklung dieser Kompetenz beitragen, indem Gelegenheiten gegeben werden, eigenständig Lösungen zu erarbeiten sowie unterschiedliche Übungsformen zu erproben und ihr Lernen selbst zu strukturieren und zu überwachen (Hollenstein & Eggenberg,

1998). Eine wichtige zentrale Rolle für den Aufbau motivationaler Selbstregulation spielt die Unterstützung von Autonomie, Kompetenz und sozialer Einbindung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht (Prenzel, 1995; Krapp, 1998).

Ob ein verständnis- und problemorientierter Unterricht lernwirksam wird, hängt von der Art der Prüfungen ab. Das Modul 10 „*Prüfen: Erfassen und Rückmelden von Kompetenzzuwachs*“ fordert zu einer Validierung der Prüfungsaufgaben auf, die im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht verwendet werden (Crooks, 1988). Vor allem sollen variationsreiche Prüfungsaufgaben entwickelt werden, die Routinewissen, die Kombination des neuerworbenen Wissens mit früherem Stoff, das fachliche Verständnis und die Übertragung und Anwendung auf neue Situationen hin überprüfen (Shavelson & Ruiz-Primo, 1999; White & Gunstone, 1999). Dabei soll die Funktion von Prüfungen, Rückmeldung über individuelle Leistungsfortschritte zu geben, berücksichtigt werden (Rheinberg & Fries, 1998).

Das Modul (11) „*Qualitätssicherung innerhalb der Schule und Entwicklung schulübergreifender Standards*“ setzt gewissermaßen auf einer Meta-Ebene an. Anstrengungen zur Verbesserung der Qualität des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts setzen eine Bestandsaufnahme voraus (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 1995). Dazu müssen Kriterien diskutiert, abgestimmt und konkretisiert werden, die aus der Sicht der Fachgruppe geeignet sind, den Stand des Wissens und Könnens in Mathematik und in den Naturwissenschaften zielbezogen zu erfassen (Tucker & Coddington, 1998). Mit Hilfe kriterienbezogener Aufgaben, die gemeinsam in den Fachgruppen erarbeitet werden, können der Leistungsstand und die Leistungsfortschritte der Schüler reflektiert werden (Black & William, 1997). Die schulinternen Leistungskriterien und Erhebungsverfahren dienen als Grundlage für die Verständigung über schulübergreifende Qualitätsstandards.

Zu diesen elf Modulen liegen umfangreiche schriftliche Handreichungen und Erläuterungen vor (<http://blk.mat.uni-bayreuth.de/blk/blk/material/material.html>). Sie enthalten differenzierte Darstellungen der entsprechenden Problemzonen und des einschlägigen Forschungsstandes. Sie strukturieren und akzentuieren den jeweiligen Problembereich, skizzieren Möglichkeiten der Bearbeitung und weisen auf eventuelle Schwierigkeiten hin. Die Handreichungen enthalten zur Veranschaulichung auch Beispiele für Weiterentwicklungen, jedoch keine Vorschläge für Maßnahmen, die rezeptartig übernommen und umgesetzt werden können.

Eine Funktion der Modulerläuterungen bestand darin, den Lehrkräften bzw. Schulen zu helfen, wahrgenommene Probleme zu präzisieren, klare Zielvorstellungen für die Arbeit zu formulieren und in den Fachgruppen bzw. in den regionalen Schulnetzen abzustimmen. Auf dieser Basis erfolgte die Auswahl von ein bis zwei vorrangig zu bearbeitenden Modulen. Unter Rückgriff auf die Erläuterungen war dann das Arbeitsvorhaben über Zielklärungsprozesse zu spezifizieren und schriftlich zu fixieren. Die Module bzw. die dazu-

gehörigen Erläuterungen sind somit die wichtigsten inhaltlichen Bezugspunkte für eine Verständigung innerhalb des gesamten Modellversuchsprogramms. Sie repräsentieren eine umfassende Wissensgrundlage und ein problemorientiertes Ziel- und Handlungsgerüst. In ihrer Vernetzung sind die Module die Ansatzpunkte für eine sukzessive Weiterentwicklung des gesamten Unterrichtsarrangements.

## 5. Organisation

Am BLK-Modellversuchsprogramm „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“ beteiligen sich 15 Bundesländer mit insgesamt 180 Schulen. Die Schulen wurden von den Ländern benannt. Die Rekrutierung erfolgte in den einzelnen Ländern auf unterschiedliche Weise, zum Teil im Rahmen eines Ausschreibungs- und Bewerbungsverfahrens. Für die Mitwirkung am Modellversuchsprogramm erhalten die Schulen Ausgleichsstunden, dies jedoch in einem Umfang, der in Relation zu den Zeitanforderungen an die mitwirkenden Lehrkräfte relativ klein ausfällt. Die Finanzierung des auf fünf Jahre angelegten Modellversuchsprogramms übernimmt zur Hälfte der Bund, die andere Hälfte tragen anteilmäßig die Länder (Prenzel & Duit, 1999).

Die Schulen sind jeweils in kleine regionale Schulnetze (insgesamt 30 sogenannte „Schulsets“) eingebunden. Die Schulsets umfassen jeweils sechs Schulen; eine der Schulen übernimmt als sogenannte Pilotschule eine hervorgehobene Position. Für jedes Schulset steht eine (halbe) Koordinationsstelle zur Verfügung, die durch die Länder besetzt wurde und an einem Landesinstitut, einer der Schulen oder einer anderen Einrichtung lokalisiert ist. Die Aufgaben der Setkoordination betreffen organisatorische Aufgaben (z.B. Planung, Dokumentation, Austausch sicherstellen), aber vor allem auch die Betreuung und Unterstützung der Arbeit an den Modulen. Innerhalb größerer Bundesländer, die mehrere Schulsets umfassen, wurden zum Teil übergeordnete Koordinationsstellen eingerichtet.

Die Gesamtkoordination und die wissenschaftliche Begleitung des Modellversuchsprogramms wurde dem Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) an der Universität Kiel übertragen (Projektleitung: Prof. Dr. Manfred Prenzel). Es arbeitet mit dem Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung (ISB) in München und mit dem Lehrstuhl für Mathematik und ihre Didaktik (Prof. Dr. Peter Baptist) der Universität Bayreuth zusammen, um die mathematikdidaktische Betreuung sicherzustellen.

Der Programmträger übernimmt die Aufgaben der Organisation des Programmablaufs, der Anregung von Innovationen und wissenschaftlichen Beratung (im Bereich der Mathematik- bzw. Naturwissenschaftsdidaktik sowie zu Fragen des Lernens und Lehrens), der Ergebnissicherung und Begleitforschung, der Fortbildung und der zentralen Koordinierung des Austausches zwischen den Schulen. Konkret bedeutet dies zum Beispiel, daß der Programmträger die Schulen mit Materialien zu den Modulen versorgt, Vor-

schläge für systematische Herangehensweisen unterbreitet, mit Evaluationsverfahren vertraut macht, Formate für die Dokumentation und Berichterstattung entwickelt. Er bietet zentrale Fortbildungen für die beteiligten Lehrkräfte und Koordinatoren an. Er begleitet die Arbeit an den Schulen, berät und stellt gegebenenfalls Kontakte zu weiteren sachkundigen Personen oder Einrichtungen her. Nicht zuletzt muß sich der Programmträger um eine Unterstützung der Zusammenarbeit an den Schulen und Schulsets bemühen.

Als Austauschforum für die beteiligten Schulen wurde ein zentraler Server (<http://blk.mat.uni-bayreuth.de/blk/blk/>) eingerichtet. Der Server unterstützt die regionale und bundesweite (interne) Diskussion und Zusammenarbeit und präsentiert Informationen bzw. Ergebnisse (Materialien, Aufgaben, Verfahren, Arbeits- oder Evaluationsberichte).

Im Auftrag der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung ist Schleswig-Holstein (MR B. Brackhahn) das federführende Land für die Abwicklung des Modellversuchsprogramms. Die Arbeit im Programm wird durch einen Lenkungsausschuß mit Vertreterinnen und Vertretern aus den teilnehmenden Ländern überwacht. Als wissenschaftliches Aufsichts- und Beratungsgremium wurde ein Beirat mit Experten aus den einschlägigen Gebieten besetzt. Ihm gehören an Prof. Dr. J. Baumert (Sprecher), Prof. Dr. R. Klee, Prof. Dr. K. Reusser, Prof. Dr. E. Sumfleth, Prof. Dr. Dr. H. Wiesner, Prof. Dr. Dr. E. Wittmann. Der wissenschaftliche Beirat hat unter anderem dafür Sorge zu tragen, daß die Arbeit im Modellversuchsprogramm nach wissenschaftlichen Standards evaluiert wird.

## **6. Forschungsfragen**

Neben der Betreuung und Unterstützung der Schulen in ihrer Qualitätsentwicklung werden im Rahmen des Programms wissenschaftliche Fragestellungen verfolgt, die auf unterschiedlichen Ebenen ansetzen.

*Modulbezogene Entwicklungs- und Forschungsarbeiten:* Der Programmträger hat zu allen Modulen ausführliche Handreichungen und Arbeitskonzeptionen erarbeitet. Er versucht, bei den Lehrkräften didaktisches Problembewußtsein zu wecken, die Wahrnehmung von Unterricht zu schärfen, wichtige Prinzipien und Wege vorzustellen, mögliche Maßnahmen zu skizzieren und Vorgehensweisen zu beschreiben. Die Erläuterungen und Unterstützungen schließen an den aktuellen Stand der Lehr-Lern-Forschung und der fachdidaktischen Forschung an. Allerdings sind schnell Grenzen erreicht, wenn man nach empirisch abgesicherten Maßnahmen zur Bearbeitung von Problemereichen des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts sucht. In gewisser Weise beschreiben die Module damit auch einen Bezugsrahmen für eine vertiefende, unterrichtsnahe mathematik- und naturwissenschaftsdidaktische Forschung. Größere und kleinere Forschungsarbeiten zu zentralen Modulen (z.B. Aufgabenkultur, Schülervorstellungen, vertikale Vernetzungen, naturwissenschaftliches Arbeiten) wurden beim Programm-

träger oder bei einschlägig ausgewiesenen Instituten bzw. Fachkollegen im Rahmen von Forschungsaufträgen in Angriff genommen.

*Untersuchungen zur Akzeptanz des Programms:* Um die Unterstützungen und Leistungen des Programmträgers verbessern zu können, finden Erhebungen zur Akzeptanz des Programms statt. Erläuterungen, Materialien, Beratungen und Fortbildungsangebote werden ebenso wie die zentralen und regionalen Organisations- und Koordinationsleistungen von den beteiligten Lehrkräften beurteilt. Wichtige Gesichtspunkte betreffen die Struktur und Verständlichkeit, die Unterrichtsnähe und Nützlichkeit. Die Erhebungsverfahren sind so angelegt, daß sie konkrete Hinweise für Verbesserungen liefern. Neben den Lehrkräften werden auch die Schulleitungen, Elternbeiräte und Schülervertretungen in die Beurteilung einbezogen. Eine umfassende Akzeptanzerhebung wurde Anfang 2000 durchgeführt und befindet sich derzeit in der Auswertung. Außerdem liefern die regelmäßigen Berichte über die Arbeiten in den Schulen und Schulnetzen, die nach einem bestimmten System zu erstellen sind, weitere wichtige Informationen für die Steuerung des Programms durch den Programmträger, aber auch durch den Lenkungsausschuß und wissenschaftlichen Beirat.

*Evaluationsforschung:* Die summative Erfolgskontrolle des Programms bezieht sich auf mehrere Aspekte. An den beteiligten Schulen wird, so das Gutachten zum Programm (Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung, 1997) eine Verbesserung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts, des mathematisch-naturwissenschaftlichen Kompetenzniveaus und des fach- und sachbezogenen Interesses angestrebt. Bis zum Ende des Programms sollten entsprechende Fortschritte an den beteiligten Schulen festzustellen sein, einerseits generell, andererseits bezogen auf die im jeweiligen Schulset schwerpunktmäßig bearbeiteten Module. Entsprechende Entwicklungen sollten sich aufgrund der kollegialen Zusammenarbeit in den Fachgruppen nicht nur bei einzelnen Lehrkräften niederschlagen, sondern im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht an der Schule insgesamt. An den Schulen sollten weiterhin Verfahren der Qualitätssicherung (z. B. Zielpräzisierungen, Absprachen von Standards, kollegiale Fortbildungen und Evaluationen) fest eingerichtet sein und konsequent betrieben werden.

Ausgangsbedingungen an den Schulen werden durch ein umfassendes Methodenrepertoire im Frühjahr 2000 erhoben. Die Erhebung zielt darauf ab, Kennwerte für Merkmale des Schulkontexts und für das mathematisch-naturwissenschaftliche Kompetenzniveau zu gewinnen, die eine Verortung der Schule in Relation zu anderen Schulen gestatten und zugleich eine Baseline für Entwicklungen beschreiben. Die Erhebungsinstrumente greifen auf das Instrumentarium des OECD - Programme for International Student Assessment (ACER, 1998) bzw. der nationalen PISA-Erweiterung zurück:

- In einem Schulfragebogen werden Merkmale der Schule erfragt (z.B. Einzugsgebiet, Ausstattung, Kollegium, Profil und Programm), die wichtige

Rahmenbedingungen für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht setzen;

- Ein Schülerfragebogen erfaßt motivationale Merkmale (Fach- und Sachinteresse, Selbstkonzept, Wertschätzung) und mathematisch-naturwissenschaftlich relevante Freizeitaktivitäten.
- Die mathematische und die naturwissenschaftliche Kompetenz wird mit Testverfahren erhoben.

Die Verwendung dieser Erhebungsinstrumente ermöglicht eine Einschätzung, inwieweit die BLK-Schulen in ihren Ausgangsmerkmalen mit einer repräsentativen nationalen Stichprobe übereinstimmen. Damit kann auf ein aufwendiges Kontrollgruppendesign verzichtet werden. Die Abschlusserhebung im Jahr 2003 wird Veränderungen in der Unterrichtsgestaltung, die Etablierung von Qualitätssicherungsverfahren und die Entwicklung genereller und modulbezogener mathematisch-naturwissenschaftlicher Kompetenzen an den Schulen überprüfen. Auch für diese Zwecke können zum Teil Testaufgaben der PISA-Studie verwendet werden, die 2003 in eine zweite Erhebungsrunde geht. Es ist derzeit noch offen, ob in einer Follow-up-Studie im Jahr 2006 geprüft werden kann, inwieweit das Modellversuchsprogramm nachhaltige Wirkungen an den Schulen erzielt hat.

*Implementationsforschung:* Unter dieser Perspektive interessiert, wie das Programm an den Schulen aufgegriffen und umgesetzt wird und welche Bedingungen bzw. Prozesse die Realisierung behindern oder fördern (Euler & Sloane, 1998; Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1998). Auch hier kann zwischen formativen Fragestellungen zur besseren Steuerung der Programmumsetzung und summativen Fragestellungen zur Beurteilung der Wirksamkeit des Implementationsansatzes getrennt werden.

Für entsprechende Forschungsfragen liefern die Befunde aus den oben genannten Akzeptanz- und Evaluationserhebungen bereits wichtige Grundinformationen. Im Blickpunkt steht die Frage, inwieweit die Implementationsstrategien des Programms (z. B. auf der Schulebene ansetzen, kooperative Qualitätssicherung, Anregungen, Unterstützungen, Beratung) greifen und zu Fortschritten führen. Wichtige Kriterien für den Erfolg sind z.B. die gelingende und sich ausweitende Kooperation, die differenzierte Problemwahrnehmung und anhaltende bzw. zunehmende Innovationsbereitschaft und die Routinisierung von neuen Herangehensweisen.

Bei der Implementationsforschung sind die Bedingungen, Prozesse und Ereignisse von besonderem Interesse, die eine Umsetzung der Konzeption behindern oder befördern. Dabei soll auch untersucht werden, welche Unterstützungen oder Maßnahmen geeignet sind, um die Arbeit anzuregen bzw. über Konflikte und Schwierigkeiten hinweg zu helfen. Aus theoretischer Sicht sind bestimmte Merkmale der Schule und ihres Umfeldes (z.B. Profil und Programm, Leitung und Kollegium, Schülerschaft, Zusammenarbeit mit Eltern, Schulaufsicht und Zusammensetzung des Schulsets) sowie die Aktivitäten und Unterstützungen durch die regionale und zentrale Koordina-



tion ausschlaggebende Bedingungen für die Implementation (Fullan, 1991; 1999). Hierüber, und auch über die Aktivitäten, Produkte und Probleme auf der Ebene der Schulen und der Schulnetze liegen zu einem großen Teil systematisch erhobene Daten (Akzeptanz- und Evaluationsfragebogen, Berichte) vor. „Weichere“ Zusatzinformationen über das Prozeßgeschehen und eventuelle Probleme können im Rahmen einer Begleitung der Arbeit über Informations- und Beratungsgespräche oder über die Beobachtung von Serveraktivitäten gewonnen werden. Geplant sind aber auch einige Fallstudien, die umfassende Informationen über das Geschehen an ausgewählten Schulen mit Hilfe ergänzender Interviews erheben. Nicht zuletzt wird durch die Implementationsstudien zu klären versucht, unter welchen Voraussetzungen und Bedingungen ein entsprechendes Qualitätsentwicklungskonzept über die Modellversuchsschulen hinaus an Schulen etabliert werden kann.

*Unterrichts- und Schulforschung:* Im Rahmen des soeben eingerichteten DFG-Schwerpunktprogramms „Bildungsqualität von Schule“ (Prenzel, Merrens, Noack et al., 1999) werden zahlreiche Projekte zum mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht bearbeitet, die nicht nur den Unterricht selbst, sondern auch Bedingungsfaktoren des schulischen und außerschulischen Kontexts untersuchen. Diese Projekte sind für das Modellversuchsprogramm in einem hohen Maße relevant. Einige der Studien sind mit dem BLK-Modellversuchsprogramm abgestimmt bzw. werden BLK-Schulen in die Stichproben einbeziehen. So sind z. B. Videostudien zum mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht geplant, mit denen Skripts und ihre Wirkungen auf das Lernen untersucht werden (Klieme, 1999; Prenzel, Duit, Euler & Lehrke, 1999). Diese Projekte reichern den Forschungsansatz des BLK-Modellversuchsprogramms, der anwendungsorientiert auf die Entwicklung des Unterrichts ausgerichtet ist, in verschiedener Hinsicht an.

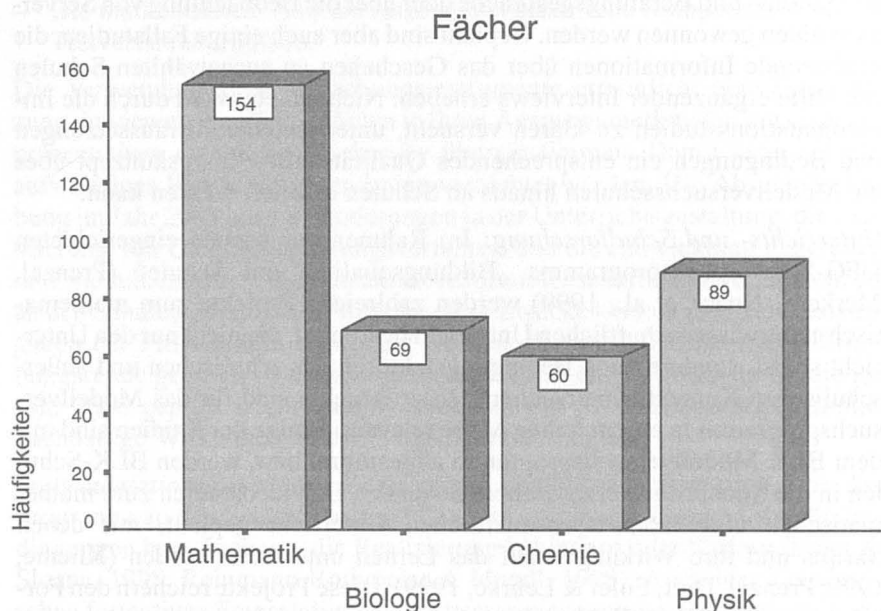
## 7. Der aktuelle Stand

Mit der Zusammenstellung der Schulsets hat im Herbst 1998 die Arbeit an den Schulen begonnen. Die erste Arbeitsphase war bestimmt durch organisatorische Vorbereitungen, die Einarbeitung in die Modularläuterungen, die Abstimmung von Schwerpunkten und Festlegung von Zielen in der Schule und im Schulset. In vier Bundesländern wurde entschieden, die Arbeiten zunächst nur auf das Fach Mathematik zu konzentrieren; zum Teil wurden auch Rahmenfestlegungen für die Modulwahl auf Länderebene getroffen.

Zu welchen Anteilen die einzelnen Fächer an den 180 Schulen im Rahmen des Modellversuchsprogramms bearbeitet werden, zeigt die Abbildung 1. An fast allen Schulen steht der Mathematikunterricht im Blickpunkt, der sich bei den TIMS-Studien als besonders entwicklungsbedürftig erwiesen hat (Baumert et al., 1997; Baumert in Druck), und der auch einen größeren Anteil der Stundentafel belegt. Die Anteile der naturwissenschaftlichen Fächer fallen im Programm demgegenüber geringer aus; auch sind hier die

Fachgruppen an vielen Schulen im Vergleich zur Mathematik personell weniger stark besetzt.

Abbildung 1:  
An den Modellversuchsschulen bearbeitet Fächer  
(Häufigkeiten; Mehrfachnennungen)



Die Arbeit an den Schulen konzentriert sich, wie in der Expertise vorgeschlagen, weitgehend auf die Sekundarstufe I, und dabei besonders auf die siebte bis neunte Jahrgangsstufe. Viele Schulen verfolgen dabei die Strategie, den Unterricht über fortlaufende Jahrgangsstufen Stück um Stück weiter zu entwickeln.

Da die Schulen aufgrund der von ihnen wahrgenommenen Probleme über die Arbeitsschwerpunkte entscheiden sollten, hat der Programmträger keinen Einfluß auf die Modulwahl genommen. Aufgrund der Beziehungen zwischen den Modulen ist zu erwarten, daß sich die Arbeiten im Verlauf der Zeit über mehrere Module ausbreiten. Die meisten Schulen haben von Anfang an Kombinationen von zwei oder drei Modulen ausgewählt. Favorit bei der Modulwahl war das Modul 1, Weiterentwicklung der Aufgabenkultur (vgl. Tabelle 1). Die relativ selten gewählten Module (z.B. 7, 8, 10, 9) sind typische Ergänzungsmodule, mit denen die Ausrichtung der Arbeit an ein oder zwei anderen Modulen akzentuiert wird.

Das starke Interesse an der Weiterentwicklung von Aufgaben ist durchaus aufschlußreich. In diesem Bereichen scheinen insbesondere die Mathematiklehrkräfte einen großen Entwicklungsbedarf zu erkennen. Hinzu kommt, daß Aufgaben für Lehrkräfte ein gut abgegrenztes und vertrautes Terrain dar-

Tabelle 1:  
Modulwahl der Schulen (Häufigkeiten)

Modul	Anzahl Schulen
1 Weiterentwicklung der Aufgabenkultur	114
2 Naturwissenschaftliches Arbeiten	34
3 Aus Fehlern lernen	33
4 Sicherung von Basiswissen – Verständnisvolles Lernen	47
5 Zuwachs von Kompetenz erfahrbar machen: Kumulatives Lernen	39
6 Fächergrenzen erfahrbar machen	37
7 Förderung von Mädchen und Jungen	9
8 Entwicklung von Aufgaben für die Kooperation von Schülern	12
9 Verantwortung für das eigene Lernen stärken	15
10 Prüfen: Erfassen und Rückmelden von Kompetenzzuwachs	14
11 Qualitätssicherung und Entwicklung schulübergreifender Standards	22

stellen, auf dem vorsichtig mit Veränderung begonnen werden kann. Allerdings haben die Arbeitsgruppen schnell festgestellt, daß es nicht genügt, nur neue Aufgaben vorzulegen. Damit anwendungs- und problemorientierte Aufgaben von den Schülerinnen und Schülern sinnvoll bearbeitet werden können, muß auch das gesamte Unterrichtskonzept stärker problem- und anwendungsbezogen ausgerichtet werden.

Die Module legen einen relativ breiten und allgemeinen Rahmen für die Arbeit fest. Die Schulen und Schulsets wurden deshalb durch den Programmträger und die Koordinatoren dazu angehalten, ihre Arbeitsvorhaben einzunengen und inhaltlich zu spezifizieren. Als förmliche Vorgabe dienten strukturierte, aber weitgehend offen gehaltene Zielklärungsprotokolle, die von jeder Schule als Planungsgrundlage anzufertigen waren. Die Zielbeschreibungen wurden inzwischen zwei Beurteilern nach Präzision, Griffigkeit bzw. Operationalisierung, Teilzielbildung bzw. Differenzierung, Nähe zum Programm und nach Benennung von angestrebten „Produkten“ (z.B. Aufgabensammlungen, Fehlerkarteien usw.) eingeschätzt (Übereinstimmung: kappa zwischen .41 und .88). Die Beurteilungen zeigen (Tabelle 2), daß sich die Arbeitsvorhaben insgesamt eng an den Zielstellungen des Modellversuchsprogramms orientieren. Die Ratings weisen darauf hin, daß in knapp der Hälfte der Schulen klare Zielvorstellungen entwickelt wurden, die zum Teil weiter aufgeschlüsselt und griffig konkretisiert wurden, bis hin zur Angabe von ausarbeitenden Produkten. Andererseits zeigt die Auswertung aber auch, daß ein (kleiner) Teil der Schulen und Schulsets mit Zielvorstellungen begonnen

hat, die noch relativ unscharf und grob (beschrieben) sind. Diese Befunde stellen bereits relevante Ausgangsgrößen für Fragestellungen der begleitenden Evaluations- und Implementationsforschung dar.

Tabelle 2:  
Einschätzungen der Zielklärungsprotokolle durch zwei Beurteiler  
(Angaben in Prozent)

Kriterium:	Rating (Verteilung in Prozent)				
	keine Information	sehr schwach ausgeprägt	eher schwach ausgeprägt	eher stark ausgeprägt	sehr stark ausgeprägt
Präzision der Zielangaben	5,5	10,0	40,9	33,6	10,0
Teilzielbildung	20,0	8,2	36,4	24,5	10,9
Operationalisierung	9,1	11,8	33,6	32,7	12,7
Programmnahe	5,5	0,0	3,6	11,8	79,1
Angabe von Produkten	18,2	15,5	41,8	19,1	5,5

Neben den inhaltlichen, durch die Module bestimmten Arbeiten haben die Schulen begonnen, sich mit Verfahren der formativen bzw. kollegialen Evaluation vertraut zu machen. Die Bemühungen des Programmträgers richteten sich insbesondere darauf, Entwicklungen (z.B. neue Aufgaben) ziel- und kriterienorientiert durch die Fachkollegen beurteilen zu lassen. Hier wurden, etwa in Fortbildungen, Verfahren der Aufgabenanalyse, der kollegialen Beurteilung bzw. geeignete Untersuchungsformen ("Lautes Denken" bei ausgewählten Einzelfällen, Extremgruppenanalysen) vorgestellt und geübt, die unterrichtsnah und mit vertretbarem Aufwand eingesetzt werden können. Für die Dokumentation von Entwicklungsarbeiten und Evaluationsbefunde wurden Berichtsformate angeboten, die zur Übersichtlichkeit und Vergleichbarkeit der Ergebnisse beitragen.

Viele Schulen und Schulsets haben inzwischen begonnen, ihre Arbeiten nicht nur den anderen Schulen im regionalen oder bundesweiten Netz zur Verfügung zu stellen, um diese auszutauschen und zu diskutieren. Auf dem Zentralen Server wird ein zunehmender Teil von Arbeiten öffentlich zugänglich gemacht. Dieser Server (<http://blk.mat.uni-bayreuth.de/blk/blk/>) präsentiert auch zahlreiche Erläuterungen, Handreichungen und Materialien, die der Programmträger bereitgestellt bzw. bei Fachkollegen in Auftrag gegeben hat. Die Aufbereitung dieser Materialien ist durch den Arbeitscharakter bestimmt. Über die Laufzeit des Modellversuchsprogramms sollen die evaluierten und verbesserten Arbeitsbeispiele und Erläuterungen so überarbeitet werden, daß sie für eine Verbreitung an andere Lehrkräfte und Schulen geeignet sind.

Über Erfahrungen und Ergebnisse aus dem Modellversuchsprogramm liegen inzwischen aber auch einige Publikationen vor. So haben die Schulsets aus Baden-Württemberg einen Arbeitsbericht veröffentlicht (Henn, 1999), der die Startphase an den Schulsets beschreibt (Diefenbacher & Wurz, 1999; Heußer, 1999) und auf besondere Aspekte der dortigen Schwerpunkte, z.B. Aufgabenvariation (Schupp, 1999) und veränderte Einstellungen und Handlungsmuster (Köhler, 1999) eingeht. Einen Eindruck über die Arbeiten in mehreren Bundesländern vermittelt ein Themenheft zum Physikunterricht (Duit, 1999). An Beispielen werden hier die Herangehensweisen und ersten Ergebnisse zur Arbeit an den Modulen „Aufgabenkultur“ (Hepp, 1999), „Naturwissenschaftliches Arbeiten“ (Herbst, 1999), und „Lernen aus Fehlern“ (Maier, 1999) vorgestellt. Über die Arbeiten im BLK-Modellversuchsprogramm wird in Zukunft ausführlicher zu berichten sein.

## Literatur

- ACER (1998). *The PISA assessment frameworks - an overview*. Camberwell: Australian Council For Educational Research.
- Aebli, H. (1991). *Zwölf Grundformen des Lehrens*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). *Benchmarks for science literacy. Project 2061*. New York: Oxford University Press.
- Baptist, P. (1997). *Pythagoras und kein Ende?* Leipzig: Klett.
- Baruk, S. (1989). *Wie alt ist der Kapitän? Über den Irrtum in der Mathematik*. Basel: Birkhäuser.
- Baumert, J. (1993). Lernstrategien, motivationale Orientierung und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen im Kontext schulischen Lernens. *Unterrichtswissenschaft* 21, 327 - 354.
- Baumert, J. (1998). Fachbezogenes-fachübergreifendes Lernen / Erweiterte Lern- und Denkstrategien. In Bayerisches Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst (Hrsg.), *Wissen und Werte für die Welt von morgen* (S. 213 - 231). München: Bayerisches Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst.
- Baumert, J. (in Druck). *TIMSS - Mathematisch-naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Sekundarstufe II*. Opladen: Leske & Budrich.
- Baumert, J., Bos, W. & Watermann, R. (1998). *TIMSS/III - Schülerleistungen in Mathematik und den Naturwissenschaften am Ende der Sekundarstufe II im internationalen Vergleich*. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Baumert, J. & Köller, O. (1998). Nationale und internationale Schulleistungsstudien. *Pädagogik*, 50 (6), 12 - 18.
- Baumert, J. et al. (1997). *TIMSS - Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde*. Opladen: Leske + Budrich.
- Beaton, A. E. et al. (1996a). *Mathematics Achievement in the Middle School Years: IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)*. Chestnut Hill, MA: Center for the Study of Testing, Evaluation, and Educational Policy, Boston College.
- Beaton, A. E. et al. (1996b). *Science Achievement in the Middle School Years: IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)*. Chestnut Hill, MA: Center for the Study of Testing, Evaluation, and Educational Policy, Boston College.

- Black, P. & D. William (1997). *Inside the black box. Raising standards through classroom assessment*. London: Kings College.
- Brockmeyer, R. & Edelstein, W. (Hrsg.). (1997). *Selbstwirksame Schulen. Wege pädagogischer Innovation*. Oberhausen: Verlag Karl Maria Laufer.
- Bromme, R. (1997). Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln des Lehrers. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie D/II/3. Psychologie des Unterrichts und der Schule*. (S. 177-212). Göttingen: Hogrefe.
- Brown, A. L. (1997). Transforming schools into communities of thinking and learning about serious matters. *American Psychologist*, 52, 399-413.
- Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (Hrsg.). (1997). *Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“*. Bonn: BLK.
- Crooks, T. J. (1988). The impact of classroom evaluation practices on students. *Review of Educational Research*, 58, 438-481.
- DeCorte, E., Greer, B. & Verschaffel, L. (1996). Mathematics teaching and learning. In D. C. Berliner & R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 491-547). New York: Macmillan.
- Diefenbacher, I. & Wurz, L. (1999). Zum Projektstart an den beteiligten Realschulen. In H.-W. Henn (Hrsg.), *Mathematikunterricht im Aufbruch* (S. 25-28). Hannover: Schroedel.
- Duit, R. & Häußler, P. (1997). Physik und andere naturwissenschaftliche Lernbereiche. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie D/II/3. Psychologie des Unterrichts und der Schule*. (S. 427-460). Göttingen: Hogrefe.
- Duit, R. (Hrsg.). (1999). Themenheft: TIMSS - Anregungen für einen effektiveren Physikunterricht? *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 10 (59).
- Einsiedler, W. (1997). Unterrichtsqualität und Leistungsentwicklung. Literaturüberblick. In F. E. Weinert & A. Helmke (Hrsg.), *Entwicklung im Grundschulalter* (S. 223-240). Weinheim: Beltz.
- Euler, D. & Sloane, P. F. E. (1998). Implementation als Problem der Modellversuchsforschung. *Unterrichtswissenschaft*, 26, 312-326.
- Euler, M. (Hrsg.). (1998). Themenheft: Lernen von und mit den Sinnen. *Praxis der Naturwissenschaften*, 47 (8).
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education*. Dordrecht: Kluwer.
- Fullan, M. G. (1991). *The meaning of educational change*. New York: Teachers College Press.
- Fullan, M. G. (1999). *Die Schule als lernendes Unternehmen*. Stuttgart: Klett - Cotta.
- Gräber, W. & Bolte, K. (Eds.). (1997). *Scientific literacy*. Kiel: IPN.
- Hannover, B. (1998). The development of self-concept and interests. In L. Hoffmann, A. Krapp, K.A. Renninger & J. Baumert (Eds.), *Interest and learning. Proceedings of the Seeon Conference on Interest and Gender*. (pp. 105-125). Kiel, IPN.
- Harlen, W. (1999). *Effective teaching of science - A research review*. Edingburgh: SCRE.
- Häußler, P. (1987). Measuring students' interest in physics - design and results of a cross-sectional study in the Federal Republic of Germany. *International Journal of Science Education*, 9, 79-92.
- Häußler, P., Bünder, W., Duit, R., Gräber, W. & Mayer, J. (1998). *Naturwissenschafts-didaktische Forschung. Perspektiven für die Unterrichtspraxis*. Kiel: IPN.
- Häußler, P. & Hoffmann, L. (1995). Physikunterricht - an den Interessen von Mädchen und Jungen orientiert. *Unterrichtswissenschaft*, 23, 107-126.

- Helmke, A. & Weinert, F. E. (1997). Bedingungsfaktoren schulischer Leistungen. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie D/I/3. Psychologie des Unterrichts und der Schule* (S. 71-176). Göttingen: Hogrefe.
- Henn, H.-W. (Hrsg.). (1999). *Mathematikunterricht im Aufbruch*. Hannover: Schroedel.
- Hepp, R. (1999). Andere Aufgaben und mehr Kooperation. Aus der Arbeit von Thüringer Lehrerinnen und Lehrer im Rahmen des BLK- Programmes. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 10 (54), 43-45.
- Herbst, R. (1999). Naturwissenschaftliches Arbeiten. Erfahrungen mit den Modulen 1 und 2 im Gymnasium. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 10 (54) 40-42.
- Heußer, T. (1999). Zum Projektstart an den beteiligten Gymnasien. In H.-W. Henn (Hrsg.), *Mathematikunterricht im Aufbruch* (S. 29-32). Hannover: Schroedel.
- Hoffmann, L., Häußler, P. & Lehrke, M. (1998). *Die IPN-Interessenstudie Physik*. Kiel: IPN.
- Hoffmann, L., Häußler, P. & Peters-Haft, S. (1997). *Unterrichtskonzept zur Förderung der Physik-Interessen bei Mädchen und Jungen*. Kiel: IPN.
- Hollenstein, A. & Eggenberg, F. (1998). *Materialien für offene Situationen im Mathematikunterricht (mosima). Grundlagen*. Zürich: Orell Füssli.
- Huber, A. A. (1999). *Bedingungen effektiven Lernens in Kleingruppen unter besonderer Berücksichtigung der Rolle von Lernskripten*. Schwangau: Ingeborg Huber Verlag.
- Huber, G. L. (Hrsg.). (1993). *Neue Perspektiven der Kooperation*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Jost, D. (1999). *Lernlandschaften zum Erleben und Entdecken von Mathematik*. Luzern: Lehrmittelverlag des Kantons Luzern.
- Klieme, E. (1999). *Unterrichtsqualität und mathematisches Verständnis in verschiedenen Unterrichtskulturen. Projektantrag an die DFG*. Berlin: MPI für Bildungsforschung.
- Knapp, M. S. (1997). Between systemic reforms and the mathematics and science classroom: The dynamics of innovation, implementation, and professional learning. *Review of Educational Research*, 67, 227-266.
- Köhler, H. (1999). Kurs auf eine andere Unterrichtskultur. In H.-W. Henn (Hrsg.), *Mathematikunterricht im Aufbruch* (S. 14-19). Hannover: Schroedel.
- Krapp, A. (1998). Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. *Psychologie für Erziehung und Unterricht*, 44, 185-201.
- Labudde, P. (1996). *Alltagsphysik in Schülerversuchen*. Bonn: Dümmler.
- Labudde, P. (1999). Mädchen und Jungen auf dem Weg zur Physik. Reflexive Koedukation im Physikunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 10 (49), 4-10.
- Lambiotte, J. G. et al. (1987). Manipulating cooperative scripts for teaching and learning. *Journal of Educational Psychology*, 79, 424-430.
- Lampert, M. (1990). When the problem is not the question and the solution is not the answer: Mathematical knowing and teaching. *American Educational Research Journal*, 27, 29-63.
- Linn, M. C., Songer, N.B. & Eylon, B.-S. (1996). Shifts and convergences in science learning and instruction. In D. C. Berliner & R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 438-490). New York: Macmillan.
- Lunetta, V. (1998). The school science laboratory: historical perspectives and contexts for contemporary teaching. In B. Fraser & K. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (pp. 249-262). Dordrecht: Kluwer.

- Maier, G. (1999). Aus Fehlern lernen. Erfahrungen mit den Modulen 3 und 9 in der Realschule. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 10 (54), 38-39.
- Messner, H. (1978). *Wissen und Anwenden. Zur Problematik des Transfers im Unterricht*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Moser, U., Ramseier, E., Keller, C. & Huber, M. (1997). *Schule auf dem Prüfstand. Eine Evaluation der Sekundarstufe I auf der Grundlage der „Third International Mathematics and Science Study“*. Chur / Zürich: Verlag Rüegger AG.
- Mullis, I. V. S. et al. (1998). *Mathematics and Science Achievement in the Final Year of Secondary School: IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)*. Chestnut Hill, MA: Center for the Study of Testing, Evaluation, and Educational Policy, Boston College.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1991). *Professional standards for teaching mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1995). *Assessment standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- National Research Council (NRC). (1995). *National science education standards*. Washington DC: National Academy Press.
- Oser, F. (1994). Zu-Mutung: Eine basale pädagogische Handlungsstruktur. In N. Seibert und H. Serve (Hrsg.), *Bildung und Erziehung an der Schwelle zum dritten Jahrtausend* (S. 773 - 800). München, PimS.
- Oser, F., Hascher, T. & Spychiger, M. (1999). Lernen aus Fehlern. Zur Psychologie des „negativen“ Wissens. In W. Althof (Hrsg.), *Fehlerwelten. Vom Fehlermachen und Lernen aus Fehlern* (S. 11-41). Opladen: Leske & Budrich.
- Oser, F. & Patry, J.-L. (1990). *Choreographien unterrichtlichen Lernens. Basismodelle des Unterrichts*. Fribourg: Universität Fribourg.
- Pfundt, H. & R. Duit (1999). *Bibliography: Students' alternative frameworks and science education*. Kiel: IPN (elektronische Version).
- Prawat, R. S. (1989). Teaching for understanding: Three key attributes. *Teaching and Teacher Education*, 5, 15-328.
- Prenzel, M. (1995). Zum Lernen bewegen. Unterstützung von Lernmotivation durch Lehre. *Blick in die Wissenschaft*, 4 (7), 58 - 66.
- Prenzel, M. (1997). Sechs Möglichkeiten, Lernende zu demotivieren. In H. Gruber & A. Renkl (Hrsg.), *Wege zum Können. Determinanten des Kompetenzerwerbs* (S. 32-44). Bern: Huber.
- Prenzel, M. (1998). Stärkung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Kompetenz / Technikakzeptanz. In Bayerisches Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst (Hrsg.), *Wissen und Werte für die Welt von morgen* (S. 233 - 249). München: Bayerisches Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst.
- Prenzel, M. & R. Duit (1999). Ansatzpunkte für einen besseren Unterricht. Der BLK-Modellversuch „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“. *Unterricht Physik*, 10 (54), 32-37.
- Prenzel, M., Duit, R., Euler, M. & Lehrke, M. (1999). *Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht: Eine Videostudie. Projektantrag an die DFG*. Kiel: IPN.
- Prenzel, M., Merckens, H., Noack, P. et al. (1999). *Die Bildungsqualität von Schule: Fachliches und fächerübergreifendes Lernen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht in Abhängigkeit von schulischen und außerschulischen Kontexten. Antrag auf Einrichtung eines DFG-Schwerpunktprogramms*. Kiel: IPN.



- Ramseier, E. (1999). TIMSS-Differenzen. Die Leistungen in den Naturwissenschaften und der Mathematik in Deutschland und der Schweiz. *Die deutsche Schule*, 91, 202-209.
- Reinmann-Rothmeier, G. & H. Mandl (1998). Wenn kreative Ansätze versanden: Implementation als verkannte Aufgabe. *Unterrichtswissenschaft*, 26, 292-311.
- Renkl, A. (1997). Learning from worked-out examples: A study on individual differences. *Cognitive Science*, 21, 1-29.
- Renkl, A. (1997). *Lernen durch Lehren: Zentrale Wirkmechanismen beim kooperativen Lernen*. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
- Renkl, A. & Stern, E. (1994). Die Bedeutung von kognitiven Eingangsvoraussetzungen und Lernaufgaben für das Lösen von einfachen und komplexen Textaufgaben. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 8, 27-39.
- Reusser, K., Pauli, C. & Zollinger, A. (1998). Mathematiklernen in verschiedenen Unterrichtskulturen - eine Videostudie im Anschluss an TIMSS. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 16 (3), 427 - 438.
- Reusser, K. & Reusser-Weyeneth, M. (Hrsg.). (1994). *Verstehen - Psychologischer Prozess und didaktische Aufgabe*. Bern: Huber.
- Reusser, K. & Stebler, R. (1997). Every word problem has a solution - The social rationality of mathematical modelling in schools. *Learning and Instruction*, 7, 309-327.
- Rheinberg, F. & Fries, S. (1998). Förderung der Lernmotivation: Ansatzpunkte, Strategien und Effekte. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 45, 168-184.
- Riquarts, K. & Wadewitz, C. (1999). *Framework for Science Education in Germany*. Kiel: IPN.
- Riquarts, K. u. a. (1990 - 1994). *Naturwissenschaftliche Bildung in der Bundesrepublik Deutschland (4 Bände)*. Kiel: IPN.
- Ruf, U. & Gallin, P. (1998). *Dialogisches Lernen in Sprache und Mathematik. 2 Bände*. Seelze-Velber: Kallmeyer.
- Schoenfeld, A. H. (1991). On mathematics as sense-making: an informal attack on the unfortunate divorce of formal and informal mathematics. In J. F. Voss, D. N. Perkins & J. W. Segal (Eds.), *Informal reasoning and education* (pp. 311-343). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics, teaching and learning (NCTM)* (pp. 334-370). New York, Macmillan.
- Schupp, H. (1999). Aufgabenvariation als Unterrichtsgegenstand. In H.-W. Henn (Hrsg.), *Mathematikunterricht im Aufbruch* (S. 20-23). Hannover, Schroedel.
- Shavelson, R. J. & Ruiz-Primo, M. A. (1999). Leistungsbewertung im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Unterrichtswissenschaft*, 27, 102-127.
- Slavin, R. E. (1990). *Cooperative learning: Theory, research, and practice*. Boston: Allyn & Bacon.
- Stake, R. et al. (1997). *Renewal and transformation*. Chicago: Teachers Academy for Mathematics and Science.
- Stern, E. (1997). Mathematik. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie D/1/3. Psychologie des Unterrichts und der Schule* (S. 397-426). Göttingen: Hogrefe.
- Stigler, J. W., et al. (1996). *The TIMSS Videotape Classroom Study: Methods and Preliminary Findings*. Los Angeles, CA: NCES.

- Stigler, J. W. & Hiebert, J. (1997). Understanding and improving classroom mathematics instruction: An overview of the TIMSS Video Study. *Phi Delta Kappan*, 79 (1), 14 - 21.
- Terhart, E. (1987). Kommunikation im Kollegium. *Die deutsche Schule*, 79, 440-450.
- Terhart, E. (Hrsg.). (2000). *Perspektiven der Lehrerbildung in Deutschland. Abschlußbericht der von der Kultusministerkonferenz eingesetzten Kommission*. Weinheim: Beltz.
- Terhart, E., Czerwenka, K., Ehrich, K., Jordan, F. & Schmidt, H.J. (1994). *Berufsbio graphien von Lehrern und Lehrerinnen*. Frankfurt: Lang.
- Treagust, D., Duit, R. & Fraser, B. (Eds.). (1996). *Improving teaching and learning in science and mathematics*. New York: Teacher College Press.
- Tucker, M. S. & Coddling, J. B. (Eds.). (1998). *Standards for our schools*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Wahl, D. (1991). *Handeln unter Druck*. Weinheim: Deutscher Studien Verlag.
- Wang, M. C., Haertel, G. D. & Walberg, H.J. (1993). Toward a knowledge base for school learning. *Review of Educational Research*, 63, 249-294.
- Weinert, F. E. (1998). Neue Unterrichtskonzepte zwischen gesellschaftlichen Notwendigkeiten, pädagogischen Visionen und psychologischen Möglichkeiten. In Bayerisches Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst (Hrsg.), *Wissen und Werte für die Welt von morgen* (S. 101-125). München: Bayerisches Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst.
- Weinert, F. E. (1999). Aus Fehlern lernen und Fehler vermeiden lernen. In W. Althof (Hrsg.), *Fehlerwelten. Vom Fehlermachen und Lernen aus Fehlern* (S. 101-109). Opladen: Leske & Budrich.
- White, R. & Gunstone, R. (1999). Alternativen zur Erfassung von Verstehensprozessen. *Unterrichtswissenschaft*, 27, 128-134.
- Wiesner, H. (1995). Physikunterricht - an Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten orientiert. *Unterrichtswissenschaft*, 23, 127-145.
- Wild, K.-P. (1996). Die Beziehung zwischen Lernmotivation und Lernstrategien als Funktion personaler und situativer Faktoren. In R. Duit & C. Rhöneck (Hrsg.), *Lernen in den Naturwissenschaften* (S. 69-86). Kiel: IPN.

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. Manfred Prenzel

Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften

Olshausenstraße 62, 24098 Kiel